

矩阵式电致发光大屏幕电视

金圣经 沈国光 张士武

(中国科学院长春物理研究所)

一、引言

电致发光屏是一种在电场的作用下发光的器件,它具有耗电量小、固体化、平板化等独特的优点。以它作为终端显示器件,在国民经济建设和国防上有重要意义,并正为人们所重视。我们通过电致发光大屏幕电视的研制来探讨实现固体化平板型大屏幕显示的方式和途径。

二、基本工作原理

电致发光屏的结构如图 1 所示。它大致由以下六部分组成: 玻璃基板、采用光刻工艺在玻璃上面制成的 SnO_2 透明电极群、电致发光粉末及介质混合材料层、锡或铅制成的电极群、玻璃和环氧树脂防潮保护层。

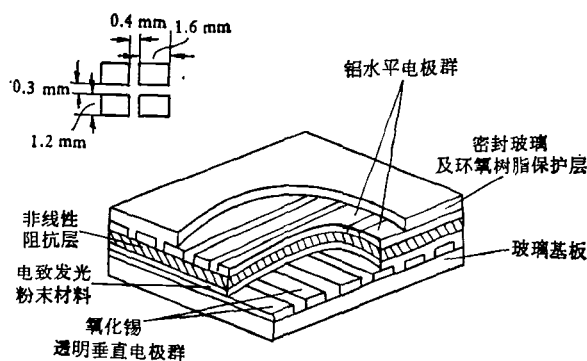


图 1 电致发光矩阵屏结构示意图

为了适应显示电视图象的要求,在保证不降低分辨率的条件下简化发光象元的驱动设备,将发光屏电极制成条状,并使上、下电极成

垂直分布,即制成所谓矩阵屏。根据现行广播电视采用隔行扫描制式,电视信号场频为 50Hz (帧频 25 Hz),每帧 625 行,所以每一行所占时间为 $64 \mu\text{s}$ 。由于行消隐约占去 $12 \mu\text{s}$,实际上每行视频信号只占约 $52 \mu\text{s}$ 。同样,由于场消隐信号的存在,画面上实际只有 580 多行。考虑作为原理性试验,我们取水平电极 500 条,奇、偶两场各占一半,使它与电视扫描线中的 500 行一一对应。垂直电极同样取 500 条,发光象元为 $0.3 \times 0.4 \text{ mm}^2$ 的矩形。

采用奇、偶场鉴别电路,奇场控制 1, 3, 5, ..., 247, 249 各行的驱动器,偶场则控制偶数各行。每场均由上而下依次扫描,行扫描采用负脉冲,持续时间均为 $64 \mu\text{s}$ 。

为了降低成本,各行视频信号用自制的延迟线展开,总共的延迟时间约为 $51 \mu\text{s}$,分为 500 节。各节的视频信号通过取样门分别以正脉冲送至亮度调节电路,转而送至相应的垂直电极,从而实现所谓矩阵式显示。

例如,当扫描在 x_n 行,而 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_{500}$ 同时加上各亮度信号时,则在 $n_1, n_2, \dots, n_{500}$ 各点显示(如图 2 所示)。

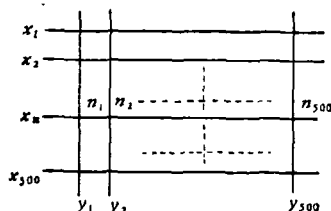


图 2 矩阵显示示意图

我们研制的电致发光大屏幕电视机方框图如图 3 所示。

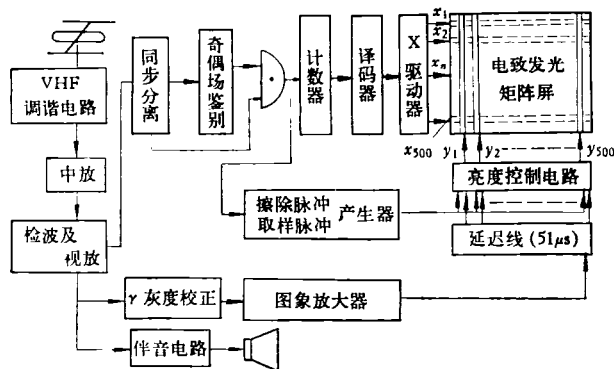


图3 电致发光矩阵式大屏幕电视方框图

三、电致发光矩阵式大屏幕电视 接受机研制中一些问题的考虑

电致发光矩阵式显示, 需要解决的问题除了进一步改善发光材料的性能、改进制屏工艺、提高发光亮度和防止老化延长寿命等以外, 突出的问题是怎样把电视图象信号有效地分配给屏上对应的发光象元上(即扫描方式), 以及怎样抑制由于象元间容性耦合作用而引起的干扰(即防止所谓交叉效应以提高对比度)等。

1. 视频信号的处理

电致发光屏由大约二十五万个象元组成, 必须把视频信号按时间顺序存储在储能元件上, 经过线性放大后加到各发光象元上。

(1) 视频通道带宽

电视信号的最高频率 f_m 由下式决定^[5]:

$$f_m = \frac{a}{2b} K N^2 f_p \frac{1-\beta}{1-\alpha}, \quad (1)$$

其中 a, b 为图象的宽度和高度, K 为分辨率与扫描线密度之比 (≈ 0.7), N 为扫描线数, f_p 为帧频(25), $1-\beta$ 为扫描线数有效系数(0.93), $1-\alpha$ 为扫描线长有效系数(0.83)。如果 $\frac{a}{b} = \frac{4}{3}$, $N = 625$, $f_p = 25$, 则 $f_m = 5.12\text{MHz}$ 。

上面的计算是就伯朗管电视而言的, 但是对于电致发光矩阵屏电视机也大致适用。对于黑白电视, 亮度信号的能量主要集中在带宽为 3.5MHz 以内的低频部分, 所以我们处理视频通道时, 其频率至少应高于 3.5MHz 以上, 我们

约取 5MHz 。

(2) 取样次数和取样脉冲

根据取样原理, 截止频率为 ν_M , 持续时间为 τ 的周期和非周期信号, 其自由度为 $2\tau\nu_M$ 。

令 N_t 为取样次数, 则 $N_t = 2\tau\nu_M$ 。如果 $\nu_M = 5\text{MHz}$, $\tau = 51\mu\text{s}$, 则 $N_t = 510$ 次, 取样间隔 $\theta = \frac{1}{2\nu_M} = 100\text{ns}$ 。取样脉

冲的宽度应小于或等于 θ 。我们选用 90ns 的取样脉冲及 500 个取样点(即 $51\mu\text{s}$ 时间内取 500 个点的信号)。

2. 提高亮度的方法

在电致发光象元上加脉冲电压时, 呈现很复杂的发光过程, 但是通常发光亮度波形近于电压的微分波形。其数值与所加脉冲电压幅值间呈非线性关系。在某一限定范围内, 可以用下式表示:

$$L = KV^z, \quad (2)$$

其中 L 为亮度, V 为所加电压的幅值, K 为常数, z 约为 $3-4$ 。

对于交流激发的电致发光屏, 若供给一个短脉冲激发, 在脉冲上升和下降时间内, 总的光输出只比单独在上升时间的光输出略为大一些。然而只要脉冲间隔等于或大于脉冲宽度, 那么当脉冲宽度增加时, 光输出也增加。但是不论脉冲宽度怎样增大, 光输出不可能超过短脉冲激发时的两倍。

当激励信号频率提高时, 亮度也提高。但是如果超过一定范围后, 将引起屏的寿命迅速下降。此外, 屏上各象元的电容也限制着频率的提高。所以, 我们在尽量加宽脉冲持续时间和提高脉冲频率的同时, 主要依靠提高所加电压幅度来提高亮度。

3. 屏的激励方式

由以上分析可见, 电致发光象元亮度可有三种调节方式——脉冲幅值调节、脉冲宽度调节和脉冲频率调节。采用哪一种调节方式较为

有效,视象元的特点而定。通常后两种方式多半用于数字化电路中。

交流激励的本征电致发光屏的亮度与所加电压幅度和频率有关,而对脉冲宽度的依赖关系要小些。因此,对于这种发光屏以采用调幅式激励方法为好。相反,注入式电致发光屏的亮度则与所加电压的宽度有明显的依赖关系,而与电压幅度关系不大,与频率无关。对于这类屏采用调宽激励方法为宜。

我们采用的是交流电致发光屏,这类屏有以下三种驱动方式:(1)用线性电路控制阻抗变换器,从而控制屏的发光亮度;(2)亮度控制逻辑电路产生一个宽度随输入信号电平变化的驱动脉冲,加到谐振电路上,使屏上各象元呈现不同的灰度级^[4-3];(3)亮度信号以不同的幅值的电压直接加至发光象元。基于以上分析,我们采用第三种驱动方式。

4. 扫描方式的选择

电致发光屏的扫描方式主要有以下几种:(1)X-Y 矩阵控制法;(2)多控磁芯法;(3)强电介质滞后现象法;(4)利用电压效应传递法。在这些方法中,除 X-Y 控制法外,其余的尚处于

实验阶段。

X-Y 矩阵式扫描一共有三种方式供选择——逐点扫描、逐行扫描和逐帧扫描。就广播电视来说,帧频和行频是确定的,因此对于每种扫描方式在发光屏上每个象元所加信号的时间也就是一定的了。根据发光象元的响应时间和瞬时亮度的上限,就可选择采用何种扫描方式。表 1 和表 2 列出了几种电视在各种扫描方式时象元寻址时间的计算值^[4]。由这两个表可知,实际上在没有找到特殊的方法之前,还无法考虑逐帧扫描,而逐点扫描又很难达到象元特性的要求。因为在 10^{-7} sec 寻址时间内,如果帧频为 30 Hz,那末瞬时亮度为 1.75×10^7 fL 才能使屏的平均亮度达到 50 fL。行扫描则是目前较为适宜的方法,因为采用这种行扫描方式,要达到屏的平均亮度为 50 fL,象元瞬时亮度要求为 2.5×10^4 fL,而这是可以实现的。所以我们采用行扫描方式,用 $m + n$ 个驱动器来控制 $m \times n$ 个象元。

5. 提高对比度的措施

提高对比度,除了在制屏工艺上在屏中加进非线性阻抗材料层以及保证各象元特性均匀

表 1 在不同象元数和扫描方式时的寻址时间 (μs)

			电视电话	普通电视	高性能电视	
象元数			260×300	500×700	1000×2000	1600×3200
寻址时间	逐点扫描		0.5	0.1	0.017	0.007
	行扫描	逐行扫描	62	33	17	10.5
		隔行扫描	135	67	33	21
	逐帧扫描		30,000	30,000	30,000	30,000

表 2 要得到屏亮度为 50 fL 时象元瞬间亮度和能量效率为 100% 时所需的每个象元的耗电功率 (发光象元由三基色组成,面积为 0.5 mm²)

		电视电话	普通电视	高性能电视	
象元数		240×300	500×700	1000×2000	1600×3200
驱动方式	象元数				
	驱动方式				
	帧扫描(全部象元并联)	50fL (0.5μW)	50fL(0.5μW)	50fL(0.5μW)	50fL(0.5μW)
	行扫描	1.2×10 ⁴ (120μW)	2.5×10 ⁴ (250μW)	5×10 ⁴ (500μW)	8×10 ⁴ (1800μW)
	点扫描	3.6×10 ⁴ (36mW)	1.75×10 ⁷ (175mW)	1×10 ⁸ (1W)	2.56×10 ⁸ (2.56W)

之外,在电路设计上,为了抑制由于象元间的容性耦合引起的交叉干扰,引入一个消影脉冲,将它加在未被扫描的所有水平电极上。下面简单地分析其工作原理。

为了说明方便,我们考虑如图4所示的特殊模型。由于象元之间的容性耦合,未被扫描的象元也加上了电压,其大小可以由下式表示^[2,5]:

$$V_D = \frac{n-1}{n} V, \quad (3)$$

其中 n 为水平和垂直电极数, V 为被扫描的电极上所加上的电压, V_D 为暗侧发光单元上呈现的电压。

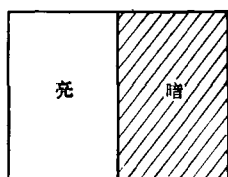


图4 特殊显示模型(左半面亮,右半面暗)

图5为图4的等效电路。若在被扫描的水平电极上加上一个电压 V , 同时在其他所有未被扫描的水平电极上加上一个跟扫描电压同相、并且大小为 $\frac{V}{a}$ 的电压 ($a \geq 1$), 则在暗侧的电致发光单元上呈现的电压 V_D 为

$$V_D = \frac{n-1}{n} \left(1 - \frac{1}{a}\right) V. \quad (4)$$

当 n 充分大的时候,

$$V_D = \left(1 - \frac{1}{a}\right) V, \quad (5)$$

$$\text{对比度} = \frac{1 + \left(\frac{1}{a}\right)^t (n-1)}{\left(1 - \frac{1}{a}\right)^t}, \quad (6)$$

其中 t 为(2)式给出的指数。

由(6)式可见,对比度随 $a \rightarrow 1$ 和 t 的增大而增大,对于图6所示的特殊模型,同样可以计算出对比度,

$$\text{对比度} = \frac{1 + \left(\frac{1}{a}\right)^t \left(\frac{n}{2} - 1\right)}{\left(\frac{1}{a}\right)^t + \left(1 - \frac{1}{a}\right)^t}. \quad (7)$$

对比度的表达式随显示的模型而不同,计

物理

算也很复杂。在绝缘树脂里渗入硫化锌系发光粉的电致发光单元,其 t 值通常为 3—4。添入非线性阻抗层可以增大 t 值。大量的实验表明, a 值大约取 3 时能得到最好的效果。因此选用与扫描脉冲同相、并且幅值为它的 $1/3$ 的脉冲作为消隐脉冲。

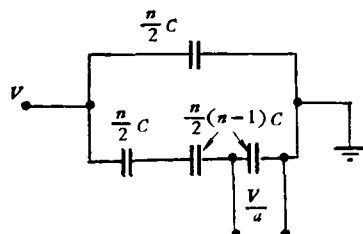


图5 图4的等效电路

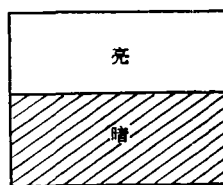


图6 特殊显示模型(上半面亮,下半面暗)

四、实验结果

我们对所研制的大屏幕电致发光电视接收机进行如下几项测试和显象实验:

(1) 测试条件

场频, 50 Hz (帧频 25Hz); 行频, 15625Hz; 垂直电极上所加的电压为 110 V; 水平电极上所加的电压为 105V; 屏幕面积为 $1 \times 0.75 \text{ m}^2$; 象元总数 250,000 个; 象元面积为 $1.2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ 。

(2) 测试结果

(i) 方格信号

(a) 亮位置 1: 最亮 0.35 fL, 中等 0.15 fL, 较暗 0.11 fL。

(b) 暗位置 2: 0.019 fL。

(c) 暗位置 3: 0.0094 fL。方格最佳对比度为 37.5:1。

(ii) 竖条信号: 亮位置 0.21 fL。

(iii) 横条信号: 亮位置, 最亮 0.28 fL, 较暗 0.066 fL。

(iv) 静态图象: 最亮位置 0.23 fL, 最暗位

量 0.019 fL。对比度 12:1, 用测试卡测得共有四个灰度级。

我们在测试时用了隔行和逐行两种扫描方式, 变隔行扫描为逐行扫描, 亮度提高了, 但分辨率下降了。

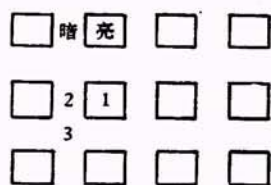


图7 测试用方格信号

图8中(a), (b)为自制的方格信号和竖条信号, (c)为电视台播送的测试方格信号, (d)为整机外形。

五、讨 论

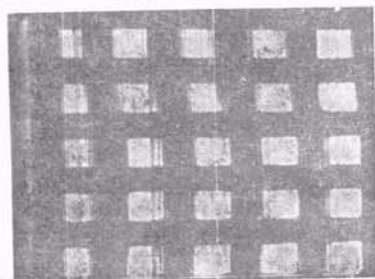
实际测量及显示图象结果表明, 我们所研制的电致发光矩阵屏电视接收机还存在如下一些问题: 亮度较低, 并且不均匀, 灰度级小, 造

价高。其原因除了屏本身的亮度不足和不均匀性以外, 人工延迟线各节的不均匀和调亮电路的不一致性都使视频信号畸变, 图象清晰度、灰度级降低。它作为实用电视接收机还有一定距离, 但作为大屏幕数字及文字显示, 已经是完全可行的了。

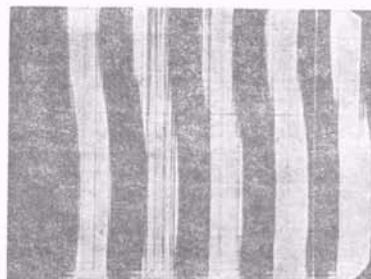
表3 未来高性能平板电视的假定指标

屏幕面积	0.5×1—0.8×1.6 m ²
最高亮度	50 fL 以上
屏耗电功率	200—300 W 以下
对比度	30:1(夜间一般家庭环境)
分辨程度	象元间隔 0.5—0.6 mm
发光颜色	稳定的彩色图象
变换特性	希望 $r=1$, 但不是绝对条件
亮度不均匀性	无规则噪音 40 dB {二次元 43 dB 固定图象噪音 {一次元 60 dB
寿 命	10,000 小时以上
价 格	达到家庭用的价格

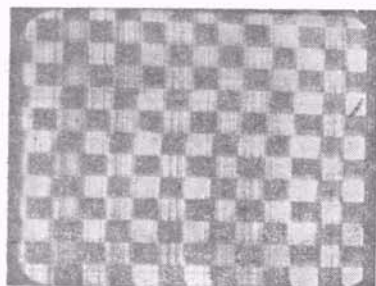
图8中所显示的图象有扭曲现象, 主要是由于取样脉冲和同步信号同步不稳所致。虽然用交流电致发光屏, 实现图象显示目前还有不少困难, 但是用直流电致发光及薄膜发光屏作为显象器件相比之下要容易一些, 国外已经出



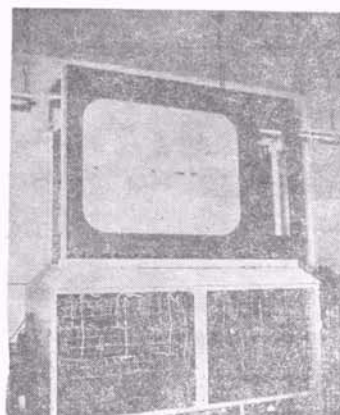
(a)



(b)



(c)



(d)

图 8

现了这种类型的电视接收机。

必须指出,所有直流电致发光的光发射谱带都比较窄,因此很难做成发出白光的屏,只能做成发出最接近白光的黄色光屏。由三基色组成的矩阵彩色电视屏,比较复杂,目前尚处于考虑阶段,在近期内实现还有一定的困难。

人们设想了未来高性能平板电视的指标如表3所示^[6]。用电致发光屏能否实现这些假定指标,目前还没有较明确的答案,需要今后进一步进行探讨。

参 考 文 献

- [1] 由山政三,エレクトロニクス, 14-6(1969), 822—827.
- [2] Masami Yoshiyama, Electronics, 42-6(1969), 114.
- [3] Munt Irwin, N. J. Elizabeth, OFFICIAL GAZETTE, Vol. 893, No. 3, December 21, 1971, 3,629,653.
- [4] 大石巖,電子通信学会誌,55-3(1972),309—315.
- [5] 小口文一,電子通信学会誌,53-8(1970),1054—1062.
- [6] Electronics, 44-25(1971), 143.

铁电体介电常数和热电系数的测量

邵式平 梁宏林

(昆明物理研究所)

自从1920年观察到罗息盐($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)的电滞回线以来^[1],已经发现数以百计的铁电材料。最近几年还不断观察到许多材料具有铁电性质,并在不少的领域得到应用。例如,用作热电红外探测器、电光调制晶体、全息存贮和光纤通讯材料等。当作为红外探测器材料时,需要测量铁电晶体的介电、热电和热学性能,因用于不同频段的探测器的材料优值因子都与这些量有关,所以精确测量铁电体的介电、热电性能也是深入研究热电红外探测器的必要手段之一。

电压即为 $V_x = Q/C_0$ 。在示波器的显示屏上可以看到 Q/C_0 与 V_x 的关系曲线。当待测电容器的电极面积 A 已知时,可以得到

$$P = \frac{V_x C_0}{A} \quad (1)$$

样品的厚度 l 是可以精确测量的,而 $V_x = El$, 所以电滞回线实际上是 $P-E$ 的关系曲线。如图2所示,其中 P_r 为剩余极化强度, P_0 为饱和极化强度, E_c 为矫顽场强。把水溶液中用降温法生长的 TGS 单晶,沿 b 面解理,作成厚度约为 0.3 mm 的晶片。在垂直于极化轴 (b 轴) 的两面蒸镀金电极。这种 TGS 平行板电容器

一、电滞回线显示

1. 照相记录

图1表示测量电滞回线的电滞电桥原理图^[2,3]。 C_x 表示待测的铁电晶体做成的平行板电容器, C_0 为已知的参考电容。在电桥两端加上交流电压, C_x 上的电压 V 等于示波器电极1和2之间的电压 V_x 。示波器的电极之间的电容很小,所以 C_x 和 C_0 上储存的电荷可以认为是相同的。设电荷量为 Q , 电极3和4之间的

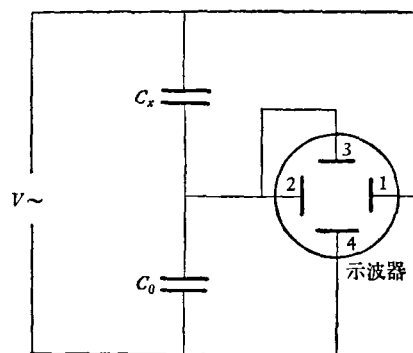


图1 观察铁电体电滞回线的电滞电桥原理图